Ln 27 (12)

NOTICE

SUR LES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. E. DUCLAUX

PROFESSEUR DE CHIMIE BIOLOGIQUE A LA FACULTÉ DES SCIENCES
PROFESSEUR A L'INSTITUT AGRONOMIQUE.

SCEAUX
IMPRIMERIE CHARAIRE & FILS
1888

NOTICE

SUR LES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. E. DUCLAUX

PROFESSEUR A L'INSTITUT AGRONOMIQUE
MAITRE DE CONFÉRENCES A LA SORBONNE

SCEAUX
IMPRIMERIE CHARAIRE & FILS
—
1884

Élève de l'École normale supérieure, 1859-1862;
Agrégé des sciences physiques, 1862;
Préparateur au laboratoire de M. Pasteur, 1862-1865;
Docteur ès sciences, 1865;
Professeur au lycée de Tours, 1865-1866;
Professeur suppléant de chimie à la Faculté des sciences de Clermont, 1866-1873;
Lauréat de l'Académie (prix Gegner), 1872;
Professeur de physique à la Faculté des sciences de Lyon, 1873-1878;
Professeur de physique et météorologie à l'Institut agronomique, 1878;
Maître de conférences à la Sorbonne, 1878;
Lauréat de l'Académie (prix Morogues), 1883.

NOTICE

SUR LES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. E. DUCLAUX

TRAVAUX

SUR LA FERMENTATION ET LES VINS

1. — *Sur la fermentation alcoolique.* (*Comptes rendus*, 13 juin 1864.)

2. — *Observations en réponse à la note de M. Millon, relative aux fermentations alcoliques.* (*Ibid.*, 29 août 1863.)

Je prouve dans ces deux notes :

1° Que, contrairement à une assertion de M. Millon, il n'y a aucun dégagement d'ammoniaque dans une fermentation de sucre, accomplie par la levûre de bière en présence du tartrate d'ammoniaque ;

2° Que l'ammoniaque du tartrate est assimilée par la levûre, même dans les fermentations qui auraient pu très bien marcher en l'absence de ce sel.

Cette question de l'absorption d'ammoniaque pendant la fermentation était à ce moment très discutée en Allemagne, où les travaux de M. Pasteur rencontraient moins créance que chez nous. Les notes ci-dessus ont terminé la polémique à ce sujet, et les nombres qui y sont consignés ont passé dans tous les traités sur la matière.

3. — *Études relatives à l'absorption de l'ammoniaque et à la production d'acides gras volatils pendant la fermentation alcoolique.* (Thèse de doctorat. *Annales de l'École normale supérieure*, t. II, 1862.)

Je reviens, dans ce travail, sur l'absorption d'ammoniaque pendant la fermentation alcoolique, et je prouve que la levûre a pour cet aliment azoté une avidité véritable, puisqu'elle en absorbe, et même de grandes quantités, même dans les milieux où elle trouve ses conditions de vie les plus favorables, comme le moût de bière ou le jus de raisin.

En même temps que la levûre poursuit son travail d'assimilation sur l'azote de l'ammoniaque, elle est le siège d'un travail d'élimination dont j'étudie l'un des produits les plus importants, sinon le plus important, l'acide acétique. Mes recherches ultérieures sur le lait ont montré que les acides gras volatils formaient un des produits ultimes de régression des matières albuminoïdes entrées dans l'alimentation des microbes; elles confirment ainsi la conclusion de ma thèse, où je démontre que l'acide acétique provient des transformations vitales survenues à l'intérieur du globule de levûre, et doit, à raison de ce fait, être considéré comme provenant de la cellule vivante.

J'ai en outre à signaler dans cette thèse l'emploi d'un procédé pour l'étude qualitative et quantitative des acides volatils. Ce procédé, très simple et très sûr, m'a servi à plusieurs reprises dans mes travaux ultérieurs, et m'a permis de résoudre des problèmes inabordables jusqu'ici par toute autre voie.

4. — *Sur un nouveau procédé pour l'étude et le dosage de l'alcool du vin.* (*Ann. de ch. et de phys.*, t. III, 1874, et *Comptes rendus*, t. LXXVIII, 1874, p. 951.)

5. — *Sur la matière colorante du vin.* (*Ann. de ch. et de phys.*, t. III, 1874, et *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 1159.)

6. — *Sur les acides volatils du vin.* (*Ann. de ch. et de phys.*, t. III, 1874, et *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 1160.)

Je me suis proposé dans ce travail de pousser plus loin qu'on ne l'avait fait avant moi l'étude des substances existant en faibles quantités dans les

vins, à savoir : les alcools autres que l'alcool ordinaire, les acides volatils qui accompagnent les fermentations régulières et irrégulières, et la matière colorante.

Pour apprécier et mesurer approximativement les faibles quantités d'alcools supérieurs mélangés dans le vin à l'alcool ordinaire, je me suis adressé au procédé, à la fois délicat et sûr, de la mesure de la tension superficielle du liquide par son passage au compte-gouttes. Je donne des tables qui fournissent la relation entre le nombre de gouttes fournies par 5 centimètres cubes de liquide, coulant par un orifice de section déterminée, et le titre alcoolique de ce liquide lorsque l'alcool est pur. La présence de quelques millièmes d'un autre alcool augmente ce nombre de gouttes de quantités mesurables, d'autant plus grandes qu'il y a plus d'alcools étrangers. Le procédé est aussi bien applicable aux vins qu'aux mélanges d'alcool et d'eau.

J'ai constaté ainsi que la fermentation régulière du vin ne donnait pas traces d'un autre alcool que l'alcool ordinaire, et qu'il fallait rapporter les impuretés observés aux fermentations irrégulières, qui se produisent dans le chapeau de la vendange ou dans le vin conservé dans de mauvaises conditions.

Pour les acides volatils, il n'en est pas de même. Le vin naturel renferme de l'acide acétique mélangé à $\frac{1}{12}$ ou $\frac{1}{15}$ d'acide butyrique. C'est le rapport normal des acides gras principaux formés pendant la fermentation alcoolique régulière, comme je l'ai montré dans ma thèse. Il y a en outre des traces d'acide valérianique, en quantités qui ne dépassent pas 10 milligrammes par litre. Aucun autre procédé de mesure que celui que j'ai inauguré pour cet objet dans ma thèse n'aurait pu me conduire au dosage de quantités si minimes d'acides volatils.

Les diverses maladies du vin apportent à la composition de ce mélange d'acides des modifications de diverse nature. La maladie de la pousse y introduit des quantités à peu près égales d'acide acétique et d'acide propionique. La maladie de l'amertume y développe un mélange d'acides gras supérieurs, d'acide acétique et d'acide butyrique, où ce dernier est en plus fortes proportions que dans le vin normal.

Enfin, dans le mémoire relatif à la matière colorante, j'ai cherché à

faire disparaître en partie les contradictions et les lacunes que présentait la science sur ce sujet, en étudiant la matière colorante, incolore et soluble avant toute oxydation et toute addition d'acides, dans la pellicule même du raisin, et en suivant les transformations qui l'amènent à l'état fixe et insoluble, dans les lies ou dans les dépôts collés aux parois des bouteilles ou des vases vinaires.

Je termine mon travail en comparant à la matière colorante du vin trois substances fréquemment employées comme teinture pour foncer la couleur des vins faibles : la mauve ou pétales d'*Althæa rosea*, les baies de *Phytolacca decandra*, et le carmin de cochenille. J'indique les moyens de reconnaître leur présence dans le vin.

TRAVAUX

SUR LA SÉRICICULTURE

7. — *Recherches sur la respiration et l'asphyxie de la graine de ver à soie.* (*Ann. de l'École normale supérieure*, t. VI, 1869, et *Comptes rendus*, 26 octobre 1868.)

Voici les conclusions de ce mémoire :

La vie de la graine annuelle de vers à soie peut être divisée en deux époques distinctes par le travail physiologique qu'elles voient s'accomplir. Dans la première, la respiration des œufs, d'abord très active au moment de leur changement de couleur du jaune au gris bleuâtre, se ralentit de plus en plus. La graine s'endort peu à peu d'une espèce de sommeil, pendant lequel elle perd très peu de son poids et est très peu sensible aux influences extérieures, par exemple au manque d'air ou aux variations brusques de température auxquelles les opérations commerciales la laissent trop souvent exposée. Dans la seconde, la graine se réveille, l'embryon s'organise, et la graine prend vis-à-vis des agents extérieurs une sensibilité comparable à celle des animaux supérieurs.

Je fais voir en outre que la condition nécessaire du passage de l'une de ces périodes à l'autre est l'intervention du froid. Cette notion s'est beaucoup développée dans mes travaux postérieurs, comme on va le voir.

8. — *De l'influence du froid de l'hiver sur le développement de l'embryon du ver à soie et sur l'éclosion de la graine.* (Extrait d'une lettre adressée à M. Pasteur, *Comptes rendus,* 15 novembre 1869, et *Annales de chimie et de physique*, 4e s., t. XXIV, 1871.)

Le travail précédent ayant prouvé que le froid de l'hiver est nécessaire pour la formation de l'embryon et la bonne éclosion de la graine, je

montre dans celui-ci que cette condition est en même temps suffisante, c'est-à-dire qu'avec un refroidissement artificiel dont je donne les conditions et la durée, on peut avoir une graine prête à éclore à un moment quelconque.

9. — *Dell' azione delle variazioni di temperatura sulle uova del baco da seta.* (*Rivista settimanale di bachicoltura*, 20 janvier 1873.)

Je montre, dans ce travail, par quelles pertes peuvent se traduire, dans les résultats de l'éducation d'une graine de vers à soie, les variations de température auxquelles on a pu la soumettre pendant les deux périodes de son existence, celle qui précède et celle qui suit l'hiver naturel ou artificiel auquel on l'a soumise.

10. — *De l'action physiologique qu'exercent sur les graines de vers à soie des températures inférieures à zéro.* (*Comptes rendus*, 27 novembre 1876.)

J'arrive dans ce travail à ce résultat curieux qu'un court séjour au voisinage de zéro étant efficace à provoquer l'éclosion d'une graine, un séjour de même durée à — 10° l'est beaucoup moins, et que l'hiver artificiel auquel on soumet les œufs doit être d'autant plus prolongé qu'il est plus rude.

Tous ces travaux sur l'influence d'une bonne hibernation sur les qualités d'une graine ont vivement frappé l'attention du monde séricicole, et ont amené à donner à la question de la conservation de la graine pendant l'hiver une importance qu'elle n'avait pas autrefois. Tous les fabricants de graine ont maintenant des glacières ou quelque chose d'équivalent, et l'un d'eux, le plus grand producteur, il est vrai, et le mieux outillé qu'il y ait en France ou en Italie, M. Susani, n'a pas hésité à faire construire, pour garder sa graine pendant l'hiver, une chambre-glacière qui lui a coûté plus de 100,000 francs.

11. — *De l'influence du froid de l'hiver sur les graines végétales.* (*Comptes rendus*, 18 mars 1872.)

Les graines de vers à soie ne sont pas les seules à exiger l'influence du froid de l'hiver. Je montre dans ce travail qu'il en est de même pour certaines graines végétales.

12. — *Sur un moyen de provoquer l'éclosion prématurée d'une graine de ver à soie.* (*Comptes rendus du Congrès séricicole de Milan* (1876) et *Bulletin de l'Association française pour l'avancement des sciences*, 1878.)

L'action du froid est par excellence le moyen physiologique d'amener une graine à son éclosion. Mais il y en a d'autres, dont quelques-uns curieux et même étranges. Ainsi de la graine, frottée quelques minutes avec une brosse de chiendent, dans les jours qui suivent sa ponte, éclot au bout de quelque temps. Il en est de même pour de la graine qu'on a électrisée, soit au moyen d'une machine électrique, soit au moyen d'une bobine de Ruhmkorff. A ces deux moyens, j'en ai ajouté un troisième non moins singulier, une immersion de quelques minutes dans un bain d'acide sulfurique. Ces expériences ont été vérifiées et répétées à plusieurs reprises, mais jusqu'ici leur résultat est resté inexpliqué.

TRAVAUX

SUR LE LAIT

Ces études m'occupent depuis huit ans et ne sont pas encore terminées. Elles ont été entreprises sur l'invitation et avec le concours du ministère de l'agriculture. Leurs résultats ont été publiés dans les rapports et mémoires suivants :

13. — *Fabrication, maturation et maladies du fromage du Cantal. Rapport à M. le Ministre de l'agriculture et du commerce sur les travaux faits à la station laitière du Cantal en* 1877. (*Annales agronomiques*, t. III.)

14. — *Rapport sur les travaux en* 1878. (*Ann. agronom.*, t. V.)

15. — *Rapport de* 1879. (*Ann. agronom.*, t. VI.)

16. — *Rapport de* 1880. (*Ibid.*, t. VIII.)

17. — *Rapport de* 1881. (*Ibid.*, t. X.)

18. — *Rapport de* 1883. (*Bulletin du ministère de l'agriculture*, 1884.)

19. — *Premier mémoire sur le lait.* (*Annales de l'Institut agronomique*, t. VII, 1882.)

20. — *Deuxième mémoire sur le lait.* (*Ibid.*, t. VIII, 1883.)

Au lieu de résumer successivement ces divers mémoires, écrits au fur et à mesure du degré d'avancement de mes recherches, et dont l'ordre chronologique ne serait pas l'ordre logique, je crois préférable de donner un bref aperçu de l'état de mes connaissances actuelles sur le lait. J'y ferai entrer le résultat de travaux récents, non encore publiés. Je ne mention-

nerai que les faits qui m'appartiennent; on verra qu'ils constituent une histoire du lait assez complète et assez différente de celle qu'on trouve écrite partout.

Le lait renferme des matériaux en suspension et des matériaux en solution.

Les matières en solution sont le sucre de lait, sur lequel je n'ai rien à dire, de la caséine en petite quantité, environ 0,4 pour 100 en moyenne, et des sels minéraux, parmi lesquels j'étudierai seulement le phosphate de chaux.

Les éléments en suspension sont les globules gras, tout le restant de la caséine et du phosphate de chaux non dissous.

Examinons séparément ces éléments divers.

Matière grasse. — Elle est à l'état de fins globules, maintenus en suspension par les forces, d'ordre purement physique, étudiées dans mon travail : *Sur la stabilité des émulsions* (V. p. 22). Il est donc inutile de recourir, pour expliquer la constitution de la matière grasse du lait, à l'hypothèse d'une membrane enveloppant les globules. On peut, par l'un des artifices indiqués dans mon travail, faire avec du beurre fondu à 35 degrés une émulsion blanche aussi persistante que le lait, et même plus persistante, car on peut rendre les globules encore plus fins en moyenne qu'ils ne le sont à l'état naturel.

L'opération du barattage ne peut donc pas avoir pour effet de briser les enveloppes des globules et de leur permettre ainsi de se réunir. Elle les soude par le choc, on les lançant les uns contre les autres. La seule condition est que la température ne soit ni trop basse, parce que la soudure ne se ferait pas, ni trop haute, pour que chaque nouveau tour de baratte ne détruise pas ce qu'a fait le précédent. On retrouve là les curieuses observations de M. Boussingault sur la température du barattage. Cette température doit être différente, suivant qu'il s'agit de crème fraîche ou de crème aigre, parce que les qualités physiques du liquide ont changé par l'acidification. Elle doit être différente avec les divers modèles de barattes et avec un même modèle, suivant la grandeur, pour tenir compte de la variation dans la violence et dans la *forme* des chocs communiqués aux globules.

Le beurre résultant de leur soudure, lorsqu'on y fait abstraction de l'eau qu'il renferme et de la petite quantité d'éléments provenant du lait que le travail le plus soigné y laisse toujours, a une composition à peu près constante, quelle que soit la variété des races, des modes d'alimentation, etc. Le travail de Otto Hehner et Angell avait montré que la proportion des acides gras, fixes et insolubles dans l'eau, était toujours voisine de 88 pour 100. J'ai trouvé, à mon tour, en appliquant les méthodes de dosage inaugurées dans ma thèse, que la proportion d'acides gras volatils était toujours voisine de 7 pour 100, et, de plus, que la composition de ces acides volatils, formés d'acides butyrique, caprique et caproïque, était à peu près constante. L'acide butyrique et l'ensemble des autres acides moins volatils sont à peu près dans le rapport de 4 à 1. Ces résultats sont d'accord avec les travaux classiques de M. Chevreul. Par contre, ils démontrent l'inexactitude du seul travail qui ait paru depuis sur la constitution du beurre, celui de M. Bromeis, qui n'y signale que 2 pour 100 de butyrine.

Tous les acides dont je viens de parler sont à l'état de glycérides. Il n'y a que des traces d'acides libres dans le beurre frais. Mais, lorsqu'on conserve longtemps ce produit, on le voit subir deux ordres de transformations, qui marchent concurremment tout en restant bien distinctes par leurs conditions et leur mécanisme.

La première est une oxydation, lente à l'obscurité, marchant rapidement et presque à vue d'œil au soleil. L'oxygène est absorbé par la matière grasse sans dégagement sensible d'acide carbonique. Le beurre prend ainsi une odeur et une saveur suiffeuse qui, bornée d'abord aux couches extérieures, s'enfonce peu à peu dans l'intérieur. C'est là l'explication du *Speckigwerden* des Allemands. Au point de vue chimique, l'oxydation donne lieu à la formation d'une résine soluble dans l'alcool et même faiblement soluble dans l'eau sous l'influence des alcalis. Telle est, entre parenthèses, une des causes les plus puissantes qui président à la rentrée dans la circulation générale des matières grasses fabriquées par les végétaux et les animaux.

On est maître de réduire autant qu'on le veut l'importance de cette oxydation en éliminant l'influence de la lumière et celle de l'oxygène libre dans l'air ou dissous dans l'eau. Certaines pratiques de barattage sont intéressantes à examiner sous ce point de vue. L'autre transformation dont

j'ai parlé a, au contraire, le caractère d'un fait inévitable : c'est une décomposition de glycérides analogue aux décompositions spontanées d'éthers, étudiées par MM. Berthelot et Péan de Saint-Gilles. Son résultat est la mise en liberté d'acides volatils odorants, dont l'ensemble donne au beurre le goût de *rance*.

La rancification du beurre ne dépend donc pas directement, comme on le croit d'ordinaire, de la présence de matières fermentescibles dans ce produit. Elle se fait, avec le temps, dans les beurres les plus purs ; mais elle peut être accélérée par les changements qui surviennent dans la réaction du liquide, par la chaleur, etc. Par contre, l'action du sel la retarde, par un mécanisme dont on a d'autres exemples en chimie organique et minérale, mais qui est encore inexpliqué.

Caséine. — La caséine est la seule matière albuminoïde existant dans le lait. Toutes les substances si diverses en apparence qu'on y a signalées, et dont le nombre dépasse aujourd'hui la trentaine, ne sont que des *formes* de la caséine, dont les réactions, ainsi que cela arrive aux autres matières albuminoïdes, dépendent, dans une mesure beaucoup plus large que pour les composés minéraux, de la nature physique de la substance et de la constitution physique et chimique du milieu où on la traite.

Cette caséine existe dans le lait sous deux états : un état de solution parfaite, sous lequel elle peut passer au travers des filtres poreux les plus fins ; un état de suspension, sous lequel elle présente tous les degrés intermédiaires, depuis la caséine tellement gélatinisée qu'on pourrait la croire dissoute, jusqu'à la caséine solide, et discernable au microscope, se déposant par un long repos au fond d'un verre de lait pur abandonné à lui-même. C'est ce fait physique du dépôt sous l'action du temps qui m'a servi à démontrer la vérité de cette opinion, déjà ancienne, de l'existence dans le lait d'un peu de caséine en suspension. Ce n'est pas un peu, ce sont les 9/10es de la caséine qui sont à cet état.

Mais il suffit, pour faire varier cette proportion, d'influences très faibles venues de l'extérieur. L'addition de faibles quantités d'un acide quelconque, ou même de certains sels neutres, fait passer à l'état solide toute la caséine gélatineuse, qui alors s'agglomère sous forme de gâteau. La présure de l'estomac des jeunes mammifères joue le même rôle, et par un

mécanisme en apparence identique. Il n'entre guère en jeu, dans ces précipitations et dissolutions, que des questions d'équilibre chimique, comme celles que j'ai étudiées dans mon travail résumé page 27.

Les bases font le contraire des acides. De même, l'action inverse de la présure est produite par une autre diastase que j'ai découverte dans le pancréas des animaux, et à laquelle j'ai donné le nom de *caséase*. Celle-ci rend soluble, et filtrable à travers un filtre de porcelaine, toute la caséine du lait et transforme ce liquide, encore blanc et opaque lorsqu'il a été écrémé, en une sorte de bouillon incolore et transparent, presque limpide.

J'ai fait avec soin l'étude de ces deux diastases. Ce qui en fait l'intérêt, c'est que tous les microbes qui peuvent vivre aux dépens de la caséine, tous ceux qui président à la maturation ou à la décomposition des fromages, les sécrètent toutes deux en proportions variables. Ce sont les sécrétions digestives de ces êtres, au même titre que le suc pancréatique chez les animaux supérieurs. J'ai décrit une douzaine d'espèces de ces microbes. De leurs histoires individuelles ressortent un certain nombre de faits généraux qu'on ne peut mieux résumer qu'en empruntant à un rapport de M. Bouley [1] la description des phases diverses par lesquelles passe la maturation d'un fromage, celui de Brie par exemple.

« A l'origine de la fabrication, la coagulation est le fait caractéristique. Elle a été déterminée par la présure dont on pourrait, si on le voulait, remplacer l'action par celle des microbes aptes à sécréter une diastase identique.

« Le fromage resterait indéfiniment à l'état que la présure a produit, c'est-à-dire à l'état de fromage blanc, si d'autres influences n'intervenaient après celle de cette première diastase.

« Ces influences sont celles des microbes sécréteurs de la caséase, dont les surfaces du fromage sont ensemencées, et par l'air auquel elles sont exposées, et par les cagets de paille dont on les recouvre. Ces microbes aérobies vivent en couches minces, à la surface du gâteau ; ils le pénètrent peu à peu de leur caséase, dont l'invasion régulière et par couches parallèles, de l'extérieur vers l'intérieur, se manifeste à l'œil par les chan-

1. *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 1122. C'est sur ce rapport que l'Académie m'a décerné le prix Morogues en 1883.

gements de couleur et de consistance de la pâte, qui, de friable et résistante, devient molle et homogène, et passe du blanc au jaune plus ou moins foncé.

« Quand cette invasion de la pâte par la caséase est accomplie, *le brie est fait.*

« Si on attend plus longtemps, aux produits de l'action de la caséase viennent se mêler, en trop forte proportion, les produits des transformations nutritives des microbes. La saveur du fromage est trop relevée, sa consistaoce trop molle. Il a dépassé sa maturité et ne fait que décliner.

« Le fromage est donc de la matière albuminoïde digérée. »

Phosphate de chaux. — Je n'insisterai un moment sur ce sel qu'à cause du rôle que lui fait jouer dans le phénomène de la coagulation une théorie très répandue en Allemagne et due à M. Hammarsten, d'Upsal. Pour ce savant, la caséine du lait serait dédoublée par la présure en deux substances nouvelles, l'une qui reste en solution, l'autre qui, étant insoluble en présence du phosphate de chaux du lait, se précipiterait. Deux faits suffisent à démolir cette théorie. D'abord la quantité de caséine en solution n'est pas plus grande après la coagulation qu'avant. Puis le phosphate de chaux, au lieu de jouer un rôle actif, joue un rôle passif dans le phénomène. La portion de ce sel qui est à l'état de solution reste intacte. Celle qui existe en suspension est saisie et entraînée dans les mailles du coagulum comme le serait un corps inerte quelconque, comme l'est par exemple le beurre. Là n'est donc pas l'intérêt physiologique de l'existence du phosphate de chaux dans le lait, mais plutôt dans son double état, dont j'ai donné la preuve, de corps dissous et de corps en suspension.

RECHERCHES
SUR LA DIGESTION

21. — *Sur la digestion gastrique.* (*Comptes rendus*, t. XCIV, 1882, *p.* 736.)

22. — *Sur la digestion pancréatique.* (*Ibid.*, 808.)

23. — *Sur la digestion intestinale.* (*Ibid.*, 877.)

24. — *Sur la digestion des matières grasses et cellulosiques.* (*Ibid.*, 976.)

La plupart des expériences de digestion artificielle ou naturelle ont été troublées à l'insu de l'opérateur par l'ingérence de microbes divers qui tantôt présents, tantôt absents, apportant avec eux, lorsqu'ils intervenaient, des diastases identiques à celles de l'organisme, ont introduit dans les résultats une confusion inextricable. A la question : Où se digèrent l'amidon, la fibrine, la caséine, etc?... il n'y avait aucune réponse précise à faire, chaque sécrétion digestive semblant avoir la faculté de transformer toutes les substances qu'on exposait à son action.

J'ai essayé de faire disparaître ces obscurités et ces incertitudes en éliminant d'une façon absolue les infiniment petits des vases clos où je faisais des digestions artificielles. Pour certaines sécrétions, telles que la salive, le suc gastrique, il m'a suffi de les faire arriver sur les matières alimentaires stérilisées d'avance, après les avoir filtrées au travers d'une cloison poreuse de porcelaine. Pour le suc pancrétique, dont la viscosité empêche la filtration, j'ai dû recourir à un procédé plus hardi qui consiste à aller chercher sur l'animal sacrifié en pleine digestion un peu de son pancréas, qu'on isole avec des instruments flambés et qu'on introduit tel quel dans le vase à digestions artificielles.

Je résume les résultats obtenus, en répondant pour un certain nombre

de substances alimentaires à la question dont je disais plus haut qu'elle n'avait pas de solution, parce qu'elle en avait trop.

L'amidon n'est pas physiologiquement digéré dans l'estomac. Il ne l'est que par le pancréas. Cl. Bernard avait bien vu cette dernière conclusion. Il avait vu moins nettement la première.

La caséine est coagulée par la présure dans l'estomac de l'animal en lactation, par l'acidité du suc gastrique dans l'estomac de l'animal adulte. Mais ni la présure ni le suc gastrique acide ne sont capables d'en pousser plus loin la transformation. Ce n'est donc pas l'estomac qui digère le lait, et là est sans doute le secret des bienfaits de l'alimentation lactée dans certaines maladies d'estomac. La digestion physiologique du lait se fait seulement par le suc pancréatique.

La fibrine du sang est entièrement digestible dans l'estomac. Le gluten résiste un peu plus, puis vient l'albumine cuite, puis l'albumine crue. On voit par là que le suc gastrique fait des différences dans ce que nous confondons sous le nom commun de matières albuminoïdes. Aussi, avec une substance organisée et histologiquement différenciée comme la fibre musculaire, le mécanisme de la digestion est-il complexe. Les sarcoprismes sont beaucoup plus vite attaqués par le suc gastrique que les disques intercalaires. Le pancréas, de son côté, s'attaque tout d'abord à la substance interfibrillaire. Il effiloche en long le muscle qui tronçonné en large par le suc gastrique se divise bientôt en éléments microscopiques dont une partie se dissout, une partie résiste, parce que le suc pancréatique n'a pas plus que le suc gastrique la propriété de transformer toutes les matières albuminoïdes.

Cette conclusion me permet d'expliquer autrement et, je crois, mieux que ne l'avait fait Cl. Bernard, pourquoi l'estomac ne se digère pas lui-même. La même raison existe pour le pancréas, auquel M. L. Corvisart avait attribué à tort la faculté d'autodigestion.

Arrivant alors aux matières grasses, je montre que leur émulsion par le suc pancréatique n'est pas du tout une action digestive, que c'est un pur phénomène physique dépendant de l'intervention des forces capillaires. D'anciennes expériences de M. Faye[1] sont d'accord avec cette opinion,

1. *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 979.

comme ce savant l'a fait remarquer lui-même. Les aliments gras pénètrent en nature dans l'organisme, mais à un état de division qui favorise leur circulation dans les vaisseaux capillaires et facilite les transformations qu'ils doivent subir.

A ces digestions physiologiques les microbes viennent mêler sur toute la longueur du canal intestinal celles qu'ils savent produire eux-mêmes, pour se créer des matières alimentaires aux dépens des matériaux ingérés, et qu'ils opèrent par une sécrétion de diastases en tout identiques à celles de l'organisme. Ils ne jouent qu'un rôle secondaire dans l'estomac, dont l'acidité normale les paralyse, mais sitôt que la bile a saturé la pâte chymeuse, ils en prennent possession et la suivent jusqu'à l'extrémité du canal digestif. Comme ils peuplent tous les sucs intestinaux, il n'y a aucune action digestive, attribuée à ces sucs, qui ne leur soit imputable. Ils sont seuls à pouvoir digérer certaines substances, comme les diverses celluloses. Ce sont eux qui commencent la digestion dans la panse des ruminants. Chez l'homme, leur effet total est du même ordre de grandeur que celui des sucs normaux de l'organisme, de sorte qu'il se fait en nous deux digestions superposées et de puissances comparables : une digestion normale, une digestion microbienne.

Les gaz intestinaux proviennent uniquement de l'action des microbes. Ils représentent un des produits de transformation de la matière alimentaire que ces microbes prélèvent sur notre nourriture, en échange du service qu'ils nous rendent. Il résulte de là qu'une partie des matériaux que nous ingérons n'est pas brûlée dans l'acte de la respiration, mais prend dans l'intestin la forme de produits gazeux, de nature et de composition variables, dont partie est évacuée, partie est absorbée et dégagée avec les autres dans le poumon ou la respiration cutanée.

ÉTUDES

SUR LE PHYLLOXERA

25. — *Études sur la nouvelle maladie de la vigne dans le sud-est de la France.* (*Savants étrangers*, t. XXII, et *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 844, 1872.)

26. — *Pays vignobles atteints par le phylloxera en* 1874 *et années suivantes.* (*Comptes rendus*, t. LXXX, p. 1085, 1875 et suivantes.)

27. — *Traitement par le sulfocarbonate de la tache qui avait signalé l'apparition du phylloxera à Villié-Morgon.* (*Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 829, 1875.)

28. — *Progrès du phylloxera dans le sud-ouest de la France.* (*Ibid.*, p. 1206.)

29. — *Sur un moyen d'arrêter les progrès de la maladie de la vigne.* (*Bulletin de la Société d'agriculture, histoire naturelle et arts utiles de Lyon*, 1874.)

J'ai résumé dans ces mémoires les observations et les expériences agricoles que j'ai pu faire, de 1872 à 1877, comme délégué de l'Académie des sciences. Dans le mémoire principal, inséré aux *Savants étrangers* sur un rapport de M. Dumas, je me suis efforcé, à l'aide d'une enquête soigneuse faite en 1872, de tracer le passé, très confus alors, de l'histoire de la maladie, d'indiquer ses étapes successives, son extension actuelle, les lois principales auxquelles elle avait obéi dans sa marche. Deux des points sur lesquels j'ai surtout insisté : l'influence des conditions météorologiques et celle de la nature sableuse du terrain sur les progrès de la maladie, ont justifié depuis l'importance que je leur avais donnée.

RECHERCHES
SUR LES PHÉNOMÈNES CAPILLAIRES

30. — *Sur la tension superficielle des liquides.* (*Annales de chimie et de physique*, t. XXI, 1871.)

Je montre dans ce mémoire que l'emploi du compte-gouttes fournit un moyen à la fois exact et pratique d'évaluer la tension superficielle ou constante de capillarité des divers liquides, et que ce procédé est exempt à la fois des complications théoriques dont l'avait cru entouré M. Dupré, et des causes d'erreur que l'on rencontre dans la mesure des hauteurs soulevées dans un tube capillaire.

Je profite des facilités offertes par ce procédé de mesure pour étudier la question de la stabilité des émulsions. Je montre qu'elle dépend comme facteur principal de l'égalité des tensions superficielles des deux liquides en émulsion. Comme facteurs secondaires interviennent : 1° la différence des densités qui amène plus ou moins rapidement la séparation en deux couches ; 2° la viscosité des liquides qui rend plus ou moins facile la circulation des globules émulsionnés ; 3° la persistance de la durée de la mousse qui se forme à leur surface quand on les agite, persistance qui donne une mesure assez précise de la résistance à l'écrasement des systèmes laminaires qu'on peut former avec eux. Ces conclusions m'ont servi plus tard dans mes études sur le lait.

31. — *De l'influence de la tension superficielle des liquides sur les mesures aréométriques* (*Journal de physique*, t. I, 1872.)

Je montre par l'expérience, dans ce travail, les causes d'erreur auxquelles on est exposé, dans l'emploi des aréomètres, quand on néglige les varia-

tions dans la tension superficielle des liquides où on les plonge. Je prouve que la construction d'un aréomètre densimétrique exact est théoriquement impossible, et j'indique les règles auxquelles est astreinte la graduation de tout alcoomètre précis.

32. — *Sur les tensions superficielles des solutions aqueuses d'alcools et d'acides gras.* (*Ann. de ch. et de phys.*, t. XIII, 5e s., 1878, et *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 1068, 1877.)

Dans ce mémoire, j'emploie encore le compte-gouttes pour étudier la variation de tension superficielle de l'eau à laquelle on ajoute des proportions croissantes d'alcools ou d'acides gras, et, au point de vue pratique, les tables que j'y ai insérées peuvent fournir dans certains cas de très précieux moyens de dosage de ces substances.

Au point de vue théorique, l'étude des courbes de variations conduit à la curieuse loi suivante :

Si avec les divers alcools ou les divers acides gras on compose des solutions à des titres variés, et si l'on compare entre elles celles de ces solutions qui ont même tension superficielle, les proportions centésimales, en volumes, d'alcool ou d'acide qu'elles renferment sont entre elles dans un rapport constant, indépendant de la valeur de la tension.

En d'autres termes, si nous appelons x la proportion centésimale d'un alcool ou d'un acide entrant dans un liquide de tension superficielle T, et si nous représentons pas $x = f(T)$ l'équation de la courbe des tensions pour une substance donnée, $x = k f(T)$ sera l'équation de la même courbe pour une autre substance. En d'autres termes encore $f(T)$ est la même pour tous les corps d'une même série organique, et ne se modifie de l'un à l'autre que par l'introduction d'un coefficient constant k, caractéristique de chaque corps.

Cette loi diffère des autres lois établies en capillarité, telles par exemple que la loi dite *des modules*, en ce qu'elle est établie sur une base très large, les trois facteurs dont dépend son énoncé, à savoir : densités, tensions superficielles et composition centésimale des liquides étudiés, parcourant presque en entier l'échelle de variation sur laquelle ils peuvent se mouvoir.

33. — *Théorie élémentaire de la capillarité*, gr. in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1872.

J'ai essayé, dans ce travail, de grouper en corps de doctrine, en les simplifiant, les résultats épars sur la tension superficielle et d'en faire une théorie tout élémentaire qui explique tous les faits connus, éclaircit toutes les difficultés, ne peut soulever aucune controverse théorique parce qu'elle s'appuie uniquement sur l'expérience, et l'emporte par suite, au point de vue pédagogique, sur toutes celles qui existaient alors dans l'enseignement.

TRAVAUX
SUR LES QUESTIONS D'ÉQUILIBRE MOLÉCULAIRE

34. — *Recherches sur les lois des mouvements des liquides dans les espaces capillaires. (Ann. de chimie et de physique*, t. XXV, 1872.)

L'idée qui a inspiré ce travail a été de rattacher les phénomènes d'endosmose, qui jouent un si grand rôle dans la vie végétale et animale, aux phénomènes d'adhésion moléculaire et, par ceux-ci, aux lois des mouvements des liquides dans les espaces capillaires.

Revenant d'abord à ces derniers, je montre que les lois de Poiseuille s'appliquent aussi à l'écoulement au travers des cloisons poreuses et des corps pulvérulents suffisamment tassés, mais en y subissant des perturbations qu'on ne peut attribuer qu'à l'existence d'une couche liquide adhérente et immobilisée contre la paroi solide.

Cette couche liquide a une épaisseur différente d'un liquide à l'autre, d'où une première cause de perturbation. Mais, ce qui est plus important pour l'objet en vue, elle peut avoir aussi une concentration et même une composition différente de celle du liquide qui s'écoule, à cause des phénomènes d'adhésion moléculaire qui surviennent au contact de la paroi entre les divers corps qui s'y trouvent en présence, à savoir : la matière de la paroi, l'eau, et la substance ou les substances que cette eau tient en solution.

Abordant alors l'étude méthodique de ces phénomènes d'adhésion moléculaire, je montre que lorsque plusieurs substances différentes sont en présence elles se groupent suivant certaines lois en systèmes en équilibre, mais en équilibre instable, pouvant être modifié dans une large mesure par les causes les plus légères en apparence. C'est là le point d'attache du travail sur la séparation des liquides mélangés que l'on trouvera plus loin.

A ces phénomènes d'adhésion moléculaire se rattachent les questions

de lavage des précipités, les modifications si bien étudiées par M. Schloesing apportées par la terre arable à la concentration des dissolutions salines qui la traversent, les phénomènes de la teinture. J'y rattache aussi les dissolutions des gaz dans les liquides, ou des liquides dans les liquides. Toutes ces actions diverses sont évidemment de même nature, obéissent aux mêmes influences et sont sans doute sujettes aux mêmes lois; ces lois ont une expression simple pour la dissolution des gaz dans les liquides. L'expression qu'on leur trouvera pour les autres cas ne sera sans doute pas très différente, comme je le montre dans mes travaux sur le lait.

La conclusion à laquelle j'arrive est que « si une substance poreuse quelconque, introduite dans un liquide complexe ou, ce qui revient au même, mouillée sur ses deux faces par des liquides différents, s'imbibe d'un liquide à l'exclusion d'un autre ou même seulement de préférence à cet autre, les phénomènes d'endosmose et d'exosmose ne sont plus que des cas particuliers des phénomènes de diffusion.

35. — *Sur les phénomènes présentés par l'iodure d'amidon.* (*Annales de chimie et de physique*, t. XXV, 1872.)

Ce travail fait suite au précédent. Il a pour but de montrer que la réaction de l'iode sur l'amidon n'est pas, malgré l'apparence, un phénomène chimique proprement dit, mais plutôt un phénomène physique d'adhésion moléculaire, une véritable dissolution, en employant ce mot dans son sens le plus général, de l'iode dans l'amidon.

Pour cela, il m'a suffi de retrouver chez l'iodure d'amidon les caractères généraux des phénomènes d'adhésion moléculaire, et de montrer : qu'il n'a pas de composition constante; que sa formation dépend des quantités d'iode, d'amidon et d'eau en présence; qu'elle peut être activée ou retardée par des causes quelquefois à peine apparentes, et auxquelles on ne peut attribuer aucun caractère chimique; que l'état d'équilibre entre l'amidon, l'iode et l'eau, varie sous l'influence du temps; et enfin, que cet équilibre se détruit sous l'influence de la chaleur, en produisant le phénomène bien connu de la décoloration de l'iodure d'amidon.

36. — *Sur la séparation des liquides mélangés, et sur de nouveaux thermomètres maxima et minima. (Ann. de ch. et de phys.*, 5e série, VII, 1876, et *Comptes rendus*, t. LXXXI, 1875, p. 815.)

37. — *Sur des thermoscopes à minima et à maxima. (Bulletin de la Société d'Encouragement*, t. III, p. 275.)

J'étudie dans ce mémoire une question d'équilibre moléculaire très intéressante, et que je crois destinée à beaucoup d'avenir. Voici le fait. Un mélange de deux ou trois liquides convenablement choisis, par exemple, d'alcool amylique, d'alcool ordinaire et d'eau, peut être obtenu dans des conditions telles que, parfaitement homogène d'abord, il se disloque en deux mélanges nouveaux de volumes égaux, non solubles l'un dans l'autre, et cela sous la moindre influence extérieure, un abaissement de température de moins de $\frac{1}{10}$ de degré, des traces d'un sel étranger, d'une vapeur versée à sa surface, ou même un petit excès de l'un quelconque de ses constituants. C'est là un phénomène qui se relie évidemment, d'un côté aux précipitations ou redissolutions accomplies en chimie minérale par l'addition d'une trace minime de certains réactifs, de l'autre aux coagulations ou liquéfactions des substances albuminoïdes sous l'influence des diastases ou de certains sels, employés en quantités très faibles.

Je montre que la loi à laquelle obéissent ces phénomènes est analogue à celle de la vaporisation et de la dissolution. Dans un mélange de liquides volatils qu'on chauffe, il y a, dans certains cas, un rapport déterminé entre la tension de la vapeur de l'un de ces liquides et sa proportion dans le mélange (V. mon travail sur la distillation des liquides mélangés), et c'est de ce rapport, variable d'un liquide à l'autre, que dépend la composition du mélange de vapeurs. De même il y a, pour les mélanges de liquides disloqués par une influence étrangère, un rapport déterminé de *tension* pour chacun des liquides, de part et d'autre de la surface de séparation, et par suite les deux nouveaux mélanges formés ont une composition à peu près constante.

On peut alors profiter de cette constance pour amener à l'égalité les volumes des deux couches, et produire par conséquent un phénomène de dislocation très visible à l'œil, pour une faible variation de température. Je base sur cette remarque la construction de thermoscopes à *maxima* et à *minima* qui ne craignent pas les chocs, ne subissent pas l'influence do

la pression, et ont été employés avec succès pour des sondages à la mer. Quelques-uns de ces thermoscopes, que je surveille depuis dix ans, ont conservé la constance la plus parfaite dans leurs indications.

38. — *Sur les forces élastiques des vapeurs émises par un mélange de deux liquides. (Ann. de ch. et de phys.*, 5e s., t. XIV, 1878, et *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 592. 1878.)

Je me suis proposé, dans ce travail, de résoudre, pour la série des alcools et des acides gras, le problème suivant. Un mélange de deux liquides volatils et solubles l'un dans l'autre étant porté à l'ébullition, trouver la température à laquelle bout le mélange et la composition des vapeurs qui s'en dégagent. Cette question que Regnault n'avait abordée que dans le cas particulier et relativement très simple où ces deux liquides ne sont pas miscibles l'un à l'autre, dépend d'une loi physique que voici :

Bornons-nous pour simplifier au cas du mélange des divers alcools avec l'eau. Nous trouvons que tous ces mélanges suivent la même loi de distillation, et que le seul effet du remplacement volume à volume de l'alcool méthylique par l'alcool propylique ou éthylique dans le mélange qui distille est le remplacement, volume à volume, dans la vapeur, de l'un de ces corps par l'autre. Il en est de même pour les alcools butylique, amylique et capylique. En d'autres termes, *la composition volumétrique du mélange de vapeurs qui s'échappe d'un liquide de composition donnée est indépendante de la nature du corps qui entre dans ce mélange.*

Voilà pour la seconde partie de la question posée plus haut. Pour résoudre la première, je montre en plus que, dans le mélange de vapeurs qui sort du liquide en ébullition, la vapeur d'eau est toujours à peu près saturante, de sorte que le rapport des tensions de vapeur étant donné par la loi citée plus haut, et la somme des tensions étant toujours égale à la pression atmosphérique, on peut toujours trouver théoriquement la tension de la vapeur d'eau dans un mélange connu. La température d'ébullition du mélange sera celle où cette tension sera la tension maxima.

Pour les acides formique ou acétique, les seuls que j'aie étudiés, on trouve des conclusions de même ordre, et on arrive en plus à s'expliquer la formation des prétendus hydrates que donne la distillation de ces acides avec de l'eau.

TRAVAUX DIVERS

39. — *Étude d'un microbe rencontré sur un malade atteint du clou de Biskra.* (*Annales de dermatologie*, 1884, et *Archives de physiologie*, 1884 (ce dernier mémoire en collaboration avec M. le Dr Heydenreich).

Je donne dans ce mémoire le premier exemple connu, je crois, en pathologie, d'un microbe unique produisant des affections très diverses et appartenant à des cadres nosologiques en apparence très distincts.

Un micrococcus rencontré originairement dans le sang d'un malade atteint du clou de Biskra peut en effet produire, suivant son degré d'atténuation combiné avec son mode de pénétration dans l'organisme :

1° Une dermatose chronique, analogue au clou de Biskra.

2° Une péricardite amenant la mort d'un lapin en 20 heures au maximum.

3° Une gangrène foudroyante de la région voisine du point d'inoculation.

4° Une paralysie ou une paraplégie du train postérieur, avec méningite, suppurations intra-osseuses, et suivie de mort à bref délai.

40. — *Sur un hydrate de sulfure de carbone.* (*Comptes rendus*, t. LXV, 1867, p. 1099.)

Démonstration de l'existence et moyens de préparation et d'analyse d'un sulfure, $2\ CS^2,HO$.

41. — *Sur le dosage de très petites quantités de cuivre, et la présence de ce métal dans les cacaos et chocolats.* (*Bull. de la Soc. chim.*, t. XVI, 1871, p. 33.)

En étudiant les causes d'erreur du procédé de dosage du cuivre par la

précipitation au moyen du zinc dans une capsule de platine, j'ai été amené à reconnaître que ce dernier métal se comporte comme le palladium, produit l'occlusion de l'hydrogène, et augmente de poids. Il ne cède le gaz qu'au rouge, en donnant de la mousse de platine, et celle-ci absorbe de l'air en se refroidissant.

Il faut bien tenir compte de ces variations possibles dans le dosage du cuivre. J'indique le moyen de les éviter et je montre que les cacaos et chocolats renferment tous du cuivre. Il y en a peu dans l'amande du cacao, beaucoup plus dans les pellicules que les fabricants soigneux rejettent de la fabrication du chocolat, mais que d'autres y introduisent. Le dosage du cuivre dans le chocolat peut mettre sur la trace de cette fraude.

PUBLICATIONS

42. — *Article* Fermentation *dans le Dictionnaire de Dechambre*, 1878.

Dans cet article, très développé, se trouvent synthétisées pour la première fois les connaissances qu'on avait alors sur le monde des microbes. J'y ai fait une discussion très serrée, et qui je crois n'a pas été sans résultat, des tentatives, encore rares alors, faites pour s'avancer sur le terrain de la pathologie. Nombre de mes critiques ont été justifiées par les progrès faits depuis.

43. — *Ferments et maladies*. Paris, G. Masson, 1882.

Cet ouvrage contient le résumé des leçons faites à la Sorbonne pendant l'année 1879-1880. Il est depuis longtemps épuisé. Une nouvelle édition est en préparation.

44. — *Microbiologie*. Paris, Dunod, 1883.

J'ai voulu montrer, dans ce livre, que la science des microbes était déjà assez parfaite pour fournir matière à un enseignement régulier, qu'elle a sa langue, ses méthodes et des résultats assez nombreux pour se prêter à une coordination logique. Pour arriver à ce résultat, j'ai dû me résoudre au travail parfois ingrat de combler, au fur et à mesure que je les rencontrais, et par des travaux personnels, les lacunes inévitables dans toute science à ses débuts, et mon livre renferme les résultats, inédits jusque-là, de mes recherches dans cette direction, dont quelques-unes me paraissent avoir une véritable importance. Je citerai seulement ici la dépendance entre la sécrétion des diastases et le mode d'alimentation chez les espèces inférieures. Il y a là une question très neuve, qui est à soulever aussi à

propos des êtres supérieurs, et qui d'après quelques expériences que j'ai faites depuis, se résoudra pour eux dans le même sens que pour les microbes.

45. — *Fermentation. International Health exhibition. Handbook issued by authority.* Londres, W. Clowes and sons, 1884.

Le « département littéraire » du comité de l'exposition d'hygiène, qui a eu lieu à Londres en 1884, m'ayant fait l'honneur de me demander un exposé, sous forme de conférences, de la théorie française de la fermentation, j'ai condensé, en une soixantaine de pages, les résultats obtenus par M. Pasteur et ses élèves. Une édition française de ce livre paraîtra bientôt, avec quelques augmentations, sous le titre de *Précis de microbiologie.*

SUPPLÉMENT A LA NOTICE

SUR LES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. E. DUCLAUX

Depuis l'impression de sa notice, M. Duclaux a été nommé professeur à la faculté des sciences de Paris.

Il a obtenu en 1885 le prix Lacaze (physiologie), sur un rapport de M. Pasteur.

Il a publié les mémoires suivants, rangés autant que possible par ordre de matières.

TRAVAUX

DE

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE

---

46. — *Sur la germination dans un sol riche en matières organiques, mais exempt de microbes.* (*Comptes rendus*, t. C, 1885, p. 66.)

Un engrais quelconque mis dans le sol s'y détruit constamment, sous l'influence des microbes, en se transformant en éléments plus simples. A quel niveau de cette échelle de dégradation ces éléments peuvent-ils être absorbés et consommés par la plante qui utilise l'engrais? Faut-il que la matière organique initiale soit ramenée à l'état d'eau, d'acide carbonique et d'ammoniaque? ou peut-elle déjà être utilisée sous la forme première, et par exemple le sucre, l'amidon, la caséine du lait, sont-ils assimilables par la plante sous leur état actuel?

J'ai cherché à résoudre cette question en ensemençant des graines de pois et de haricot dans un sol stérilisé au point de vue des microbes, mais humecté de lait, d'empois d'amidon, ou de solutions de sucre candi. J'ai trouvé que dans ces conditions le lait reste intact, que l'empois d'amidon ne se liquéfie pas et que le sucre ne s'intervertit pas. Quant à la plante, elle reste aussi grêle que celles qu'on fait germer dans l'eau pure. Ces matières organiques sont donc inertes pour elle, et si la plante peut en utiliser les faibles quantités qui pénètrent par endosmose dans ses tissus, elle reste au moins incapable de répandre dans le sol environnant les diastases qui pourraient lui servir à transformer en matière assimilable les engrais mis à sa disposition.

Ce résultat a quelque chose de paradoxal, quand on songe que beau-

coup de graines solubilisent et consomment le sucre ou l'amidon déposé dans leurs tissus. Mais, pour une plante vivante, créer de la diastase à l'intérieur de ses cellules, ou en répandre dans le milieu nutritif, sont deux choses très différentes. Les diastases sécrétées par la graine en germination, au moins chez certaines plantes, sont une sécrétion individuelle des cellules, et ne passent même pas par voie de diffusion d'une cellule à l'autre. J'ai eu souvent l'occasion de le remarquer dans ces recherches, dans lesquelles une graine peut rester 2 ou 3 mois dans le sol à l'abri des microbes, et en ne restant soumise qu'à ses actions et réactions physiologiques. En l'étudiant au microscope, il n'est pas rare d'y rencontrer des cellules non seulement pleines, mais bondées de grains d'amidon, en apparence intactes au milieu d'autres cellules absolument vides. Toutes ne sécrètent donc pas de la diastase, et celles qui en sécrètent n'en fournissent pas toujours pendant la vie à celles qui n'en sécrètent pas.

Pour pénétrer plus avant dans cette question, il faudrait y apporter des déterminations quantitatives précises. Je l'avais essayé, mais j'ai été arrêté dans cette voie en constatant que l'action de la lumière, qu'il m'était impossible d'éliminer de mes germinations, suffisait à elle seule pour consommer en partie la matière organique. J'ai été conduit ainsi à aborder une question nouvelle que j'ai étudiée dans l'un des mémoires suivants.

47. — *Sur la valeur alimentaire de diverses substances pour l'Aspergillus niger.* (*Bull. de la Soc. de biologie*, mars 1885.)

Pour établir un lien entre le mode d'alimentation des plantes supérieures et celles des microbes, j'ai étudié la façon dont la mucédinée *Aspergillus niger* se comporte vis-à-vis des diverses substances alimentaires. Je suis même allé plus loin : comme on peut faire à cette plante un bon terrain de culture exclusivement minéral, j'ai essayé, en ajoutant à ce milieu des substances hydrocarbonées diverses, de distinguer celles qui peuvent servir à la multiplication de la plante et qu'on peut appeler aliments de construction, de celles qui ne peuvent pas servir à édifier des tissus nouveaux, mais que la plante peut consommer lorsqu'elle est à l'état adulte. Ces derniers aliments peuvent donc entretenir la vie d'une plante déjà faite. Pour les distinguer des premiers, je les ai nommés aliments d'entretien.

L'étude de cette question conduit à rejeter absolument la division classique des aliments en aliments albuminoïdes et en aliments respiratoires, qu'on subdivise en amylacés, gras et sucrés.

Dans ces derniers, le glucose seul est à la fois aliment de construction et aliment d'entretien. Le sucre de lait, la mannite, ne peuvent être consommés que par la plante adulte. L'empois d'amidon est à l'origine un aliment très médiocre de construction. La plante y pousse mal, mais peu à peu on y voit apparaître ce phénomène, que j'ai déjà signalé, de production de diastases suivant les besoins. La plante s'accommode ainsi peu à peu de ce milieu médiocre, et finit par y pousser très bien. L'amidon cuit est aussi un bon aliment d'entretien; après une période de transition difficile, la plante le liquéfie et le brûle.

L'amidon cru est uniquement un aliment d'entretien. La plante adulte le corrode peu à peu. Elle brûle aussi l'alcool, l'acide acétique, lorsqu'elle est développée, mais refuse de pousser avec ces aliments comme unique source de carbone. Avec l'acide butyrique l'effet est plus complexe. Elle le brûle en solution étendue; mais elle le respecte et meurt à son contact, pour une dose un peu plus forte. Après avoir été un aliment de l'état adulte, cette substance devient un antiseptique.

48. — *Action de la lumière solaire sur les substances hydrocarbonées.* (*Ann. de l'Institut nat. agronomique*, t. X, 1886, et *Comptes rendus*, t. CIII, p. 881.)

Quelques-unes de mes recherches m'ayant mis inopinément en présence des actions comburantes de l'oxygène sous l'influence de la lumière solaire, j'ai cru devoir les étudier de près. Ce travail, très long, n'est que commencé en ce qui concerne les substances azotées; je n'ai publié que les faits relatifs à la combustion des substances hydrocarbonées.

Je peux, en laissant de côté les détails, résumer mes conclusions en quelques lignes. Presque toutes les substances hydrocarbonées se disloquent rapidement, sous l'influence combinée de l'air et de la lumière solaire, en groupements plus simples. Pour quelques-unes, cette dislocation de la molécule n'a même pas besoin d'une source d'oxygène extérieure, elle se fait

par une combustion intérieure, analogue à celle que Lavoisier a mise en évidence pour la fermentation alcoolique.

Les degrés variables de résistance que présentent, vis-à-vis de l'action solaire, les diverses substances hydrocarbonées, permettent de les ranger en série. Le rang qu'elles occupent dans cette série n'est pas fixe, et dépend de la réaction du liquide et de la source à laquelle on emprunte l'oxygène nécessaire à la combustion. Mais les variations sont faibles, et en somme, il y a des corps dont la molécule peut être considérée, d'une façon absolue, comme très stable, d'autres pour lesquels elle l'est moins, d'autres pour lesquels elle l'est très peu.

Ce sont alors les corps stables qui prennent surtout naissance pendant la dislocation des autres, et comme ils sont peu nombreux, ils reparaissent souvent dans les expériences de dislocation solaire des corps les plus divers. Tels sont, parmi les produits volatils, l'alcool, l'acide acétique et les divers acides gras volatils.

Ces corps, qui sont les produits les plus habituels des phénomènes de combustion solaire, sont aussi les produits les plus habituels des phénomènes de fermentation. A cette parenté de nature ils joignent souvent une parenté d'origine. Aussi le sucre qui, dans un milieu acide, se transforme sous l'influence de la levure en alcool et en acide carbonique, se transforme aussi graduellement en alcool et en acide carbonique sous l'influence de la lumière solaire dans un milieu alcalin. Cette production commune d'alcool dans deux phénomènes aussi différents qu'une fermentation et une combustion solaire témoigne que c'est plutôt la stabilité de la molécule résiduaire qui intervient dans le phénomène, que la nature vivante ou inanimée de la cause qui le met en jeu.

Ces phénomènes sont constamment en action dans la vie végétale, et on peut affirmer qu'il y a une portion de l'acide carbonique émis par une plante, qui, provenant des dislocations solaires, n'est pas à proprement parler un produit de respiration. Des phénomènes analogues se produisent chez les animaux, mais ici ils se caractérisent surtout par la mort des cellules épidermiques, et amènent ce qu'on appelle le *Coup de soleil*. Chez les microbes, on peut les étudier de très près, à cause de l'indépendance des diverses cellules ; j'ai fait leur étude dans les mémoires suivants.

48. — *Sur la durée de la vie chez les germes de microbes.* (*Ann. de ch. et de phys.*, 6e s., t. V, mai 1885, et *Comptes rendus*, t. CI, p. 395.)

Je me borne à donner des conclusions de cette longue série de recherches.

Les meilleures conditions de conservation, pour les microbes, sont le séjour dans un liquide enfermé en vases clos, à l'abri de l'air, dans une atmosphère limitée d'où les microbes ont peu à peu fait disparaître l'oxygène, pour le remplacer par de l'acide carbonique. Dans ces conditions, la persistance de la vie après 25 ans n'est pas chose rare dans le monde des microbes, et il en est même qui, après ce long repos, ne se montrent pas affaiblis, et sont tout aussi faciles à rajeunir que s'ils sortaient d'une culture de la veille.

Toutes choses égales d'ailleurs, la conservation est plus assurée dans des liquides faiblement alcalins que dans des liquides faiblement acides, ou fortement alcalins.

Si on laisse l'air se renouveler, même lentement, la durée de conservation devient beaucoup plus courte, que les germes soient immergés dans un liquide, ou conservés à sec. A l'état sec, en particulier, je ne crois pas qu'il y ait de spore de microbe, conservée à l'air et à la lumière diffuse, qui soit encore vivante après 25 ans.

La destruction devient encore plus rapide si on fait intervenir l'insolation. Quelques jours, souvent quelques heures suffisent alors à tuer les germes de microbes. Grâce à cette rapidité d'action, il est assez facile d'apprécier les degrés divers de résistance des bacilles et des coccus.

Le degré de résistance au soleil des spores de divers bacilles est variable avec l'espèce des bacilles, et, pour un même bacille, avec la nature du liquide dans lequel il a été cultivé.

Ce n'est guère qu'au bout d'un mois au moins d'exposition que les spores des bacilles que j'ai étudiés, conservées à sec dans un ballon de verre, commencent à perdre la faculté de se développer dans un liquide approprié à leur rajeunissement.

Les coccus, chez lesquels on ne connaît pas de spores, sont plus rapidement tués que les spores de bacilles.

Ces coccus sont moins résistants, quand ils sont insolés à l'état sec, que lorsqu'ils sont exposés au soleil dans un liquide de culture.

La mort chez eux, comme dans d'autres cas, est précédée d'une atténuation progressive.

L'action solaire intervient dans tous ces cas pour hâter les phénomènes d'oxydation. L'air et le soleil sont donc, au point de vue des microbes, les grands facteurs de l'hygiène publique.

NOUVEAUX TRAVAUX SUR LE LAIT

50. — *Troisième mémoire sur le lait.* (*Annales de l'Institut agronomique*, t. IX, 1884, et *Comptes rendus*, t. CII, p. 1020 et p. 1077.)

J'ai cherché, dans ce mémoire, à pousser l'étude du beurre plus loin qu'on ne l'avait fait jusqu'ici. Je me suis pour cela attaché à la recherche des acides volatils obtenus par saponification, acides dont je détermine la quantité et très approximativement la qualité en me servant de la méthode des distillations fractionnaires dont j'ai plusieurs fois parlé dans cette notice.

Je montre que cette quantité et cette qualité varient très sensiblement d'un beurre à l'autre. Mais ce que je recherche surtout, c'est comment elles varient dans un beurre qui rancit de plus en plus.

Je fais voir d'abord que ce phénomène du rancissement est précédé d'une saponification, déjà commencée, mais très réduite encore dans le beurre très frais, et qui va en s'accusant de plus en plus.

Cette saponification peut se produire en dehors du contact de la lumière et de l'oxygène, mais elle marche beaucoup plus vite sous l'influence simultanée de ces deux agents, et est alors accompagnée d'un phénomène d'oxydation, qui peut devenir très rapide. C'est l'ensemble de ce phénomène de saponification et de ce phénomène d'oxydation qui constitue la rancissure. L'effet de l'oxydation sur les acides gras fixes est, comme dans les cas visés dans le mémoire analysé plus haut, de disloquer les molécules complexes en groupements plus simples qui se détruisent à leur tour. Ainsi, l'acide oléique donne une série encore confuse de produits de destruction commençant par les acides oxyoléiques et allant jusqu'à l'acide formique, qu'on trouve en quantité toujours très sensible dans les beurres rancis.

51. — *Sur la composition des beurres de diverses provenances.* (*Comptes rendus*, t. CIV.)

Je montre, dans ce travail, que contrairement à ce qu'on croit d'ordinaire, il y a des différences profondes de composition entre les beurres de diverses provenances. La quantité d'acides gras volatils varie de près de $\frac{1}{3}$ de sa valeur moyenne et le rapport de l'acide butyrique à l'acide caproïque est dans le même cas. Toutefois quand on s'adresse à des beurres de même provenance et de même mode de fabrication, ce rapport, qui est variable d'une provenance à l'autre, reste à très peu près constant, et c'est lui surtout qui semble traduire, au point de vue de la chimie analytique, la communauté de race, de climat et de traitement. Quelle est la part de ces diverses influences sur le résultat commun, c'est ce que j'ai commencé à rechercher.

TRAVAUX DIVERS

52. — *Nouveau moyen d'éprouver la pureté des corps volatils.* (*Ann. de ch. et de phys.*, 6e s., t. VIII, 1886, et *Comptes rendus*, t. CI, p. 1504.)

C'est encore ma méthode des distillations fractionnaires que je fais servir de criterium pour juger de la pureté des corps volatils. Cette méthode permet d'opérer sur moins d'un gramme de matière, et est plus délicate qu'aucune de celles qui ont été employées jusqu'ici.

On peut s'en convaincre dans l'application que j'en fais à l'étude des acides volatils. Le commerce fournit, je le démontre, des échantillons très purs d'acide formique et d'acide acétique. La pureté de l'acide propionique est déjà moins assurée ; cependant quand on se sert, pour l'obtenir, de cyanure d'éthyle, on retrouve dans le produit le degré relatif de pureté de l'alcool qui a servi à l'opération. C'est pour l'acide butyrique que la pureté absolue est difficile à obtenir. Je ne l'ai trouvée dans aucun des acides butyriques vendus comme purs par le commerce, ou préparés comme tels par divers savants, et bien que ces acides eussent tous les caractères de la pureté, densité, point d'ébullition, etc. C'est que tous ces acides sont produits par fermentation, et résultent de dislocations moléculaires dont la formule est assez variable. C'est aussi que l'acide butyrique est par lui-même un édifice assez peu stable, et peut être détruit à son tour, même par les êtres qui l'ont produit. A mesure qu'on remonte dans la série, les mêmes causes produisent les mêmes effets, et l'impureté devient de plus en plus grande, de sorte qu'on peut dire qu'on ne connaît pas encore, à l'état pur, les acides de degré supérieur à l'acide butyrique.

53. — *Préparation de l'acide valérianique pur.* (*Comptes rendus*, t. CV.)

Je donne dans ce mémoire le moyen de préparer de l'acide valérianique tout à fait pur, résistant à l'épreuve délicate dont je viens de parler. J'indique en même temps la cause pour laquelle dans ce mode de préparation, tel qu'on l'employait jusqu'ici, l'acide valérianique était souvent mélangé d'acides gras inférieurs, et surtout d'acide acétique.

54. —*Sur le Tricophyton tonsurans* (Champignon de la teigne). (*Bull. de la Soc. de biol.*, 1886, p. 14.)

Dans un mémoire qui avait rencontré un certain crédit, Grawitz avait identifié le champignon de la teigne avec celui du favus, du muguet, et aussi avec des espèces non pathogènes, telles que l'*oïdium lactis* et le *mycoderma vini*. Je fais voir dans ce travail, qu'aucune de ces assimilations n'est exacte. Il est juste de dire que Grawitz avait auparavant retiré quelques-unes de ses affirmations, mais il en subsistait quelques autres, et je montre dans ce mémoire les causes de l'erreur dans laquelle ce savant était tombé.

55. — *Études actinométriques.* (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 1010.)

En essayant de transformer en procédé actinométrique la combustion qu'éprouve au soleil l'acide oxalique, je suis arrivé à découvrir deux faits imprévus.

En premier lieu, une solution récente d'acide oxalique ne se brûle pas au soleil aussi vite qu'une solution ancienne de même force. Pour acquérir son maximum de sensibilité, une solution récente doit subir un travail moléculaire qui ne se traduit par aucun phénomène chimique, ni même par aucun phénomène physique apparent.

De plus, quand on prend une solution amenée à son maximum de sensibilité, la combustion solaire n'y commence pas dès la première minute, ni même dès la première heure d'exposition au soleil. Il y a à l'origine de l'expérience, un *temps mort* d'autant plus long que la lumière est moins intense.

La combustion totale dans le courant d'une journée n'est donc pas la somme des effets actiniques partiels, au moins avec ce réactif, car j'en ai trouvé depuis de plus sensibles; mais on peut pourtant démontrer, à son aide, que les heures les plus actives de la journée, au point de vue des combustions solaires, sont celles qui avoisinent le passage du soleil au méridien et qu'avant neuf heures et après trois heures, l'effet comburant de la lumière est négligeable.

56. — *Sur les phénomènes qui accompagnent la couronne solaire.* (*Comptes rendus*, t. XCIX, p. 714.)

Dans cette lettre à M. Cornu, que ce savant a jugé digne de prendre place dans les *Comptes rendus*, je décris des apparences colorées qui se rattachent aux lueurs rouges du couchant, si éclatantes en 1885. D'autres lueurs, moins vives, paraissent autour de l'horizon et surtout au point antisolaire. Je puis ajouter aujourd'hui deux faits à mes observations d'alors. L'un est que l'on peut aussi observer ces lueurs solaires et antisolaires avant le lever du soleil. L'autre, c'est qu'il n'est pas nécessaire, pour les voir, d'être très élevé au-dessus du niveau de la mer, car je les ai très bien vues de Limoges, qui n'est qu'à 300 mètres environ.

PUBLICATIONS

57. — *Le microbe et la maladie.* (Paris, G. Masson, 1886.)

Voici de quelle façon l'un des meilleurs élèves de M. Koch, M. A. Fraenkel, de Berlin, présente ce livre aux lecteurs du journal *Centralblatt für klinische Medizin :*

« En 1882, l'auteur avait publié un petit ouvrage, intitulé *Ferments et maladies*, qui était une exposition concise des faits alors connus sur l'histoire des bactéries et des microbes pathogènes. Les progrès considérables faits depuis lors l'ont conduit à refondre son livre et à le publier sous un titre nouveau. Le volume ne s'est pas grossi, il contient même quelques pages de moins, et pourtant, comme l'auteur le dit dans la préface, il contient plus que la première édition. C'est que son caractère et son contenu sont devenus tout autres. Tandis que le premier volume se divisait en deux parties dont la seconde était un exposé très net mais très incomplet [1] de nos connaissances d'alors sur les maladies produites par les organismes pathogènes, celui que l'auteur nous donne aujourd'hui est une biologie des champignons inférieurs et des bactéries dans le sens propre du mot. Par son exposition ingénieuse et tout à fait originale, ce livre se recommande à tous ceux qui s'intéressent à la question et veulent se mettre rapidement au courant des travaux de Pasteur et de ses élèves. Il y a aussi, disséminés çà et là, beaucoup de faits

1. Je dois faire observer que, m'adressant pour la première fois au grand public, je n'avais pas osé être aussi complet que dans un article publié quatre ans avant, dans le *Dictionnaire des sciences médicales*. Dans la traduction en russe qui a été faite par M. le Dr Schmoulewitsch, j'ai ajouté un chapitre.

encore peu connus parmi lesquels nous ne signalerons ici que ceux qu'on trouve dans le chapitre sur l'atténuation des organismes pathogènes, et qui sont relatifs à l'influence de l'oxygène sur la virulence des bactéries du charbon. Non seulement ces faits confirment les premières vues de M. Pasteur sur ce sujet, mais elles les mettent hors de doute. Tout ce que dit l'auteur dans son chapitre sur la contagion, sur le mode d'infection des êtres vivants par les microbes, en prenant pour thème l'étude de la maladie de la flacherie, est aussi très remarquable, et à mon avis tout à fait juste. »

Un autre article de M. Schottelius (*Centralbl. f. Bacter.*, 1887), est encore plus élogieux.

58. — *Le lait, études chimiques et microbiologiques.* (Paris, J.-B. Baillière, 1887.)

Sur la demande des éditeurs, j'ai remanié, coordonné et condensé mes trois mémoires sur le lait, pour les réunir en un volume de la Bibliothèque scientifique internationale, et j'y ai ajouté deux chapitres inédits sur la fabrication du fromage de Brie et des fromages à pâte dure. L'ensemble forme une étude du lait et de ses produits, étude complète, et je crois pouvoir dire originale, car elle n'emprunte rien aux travaux publiés jusqu'ici sur la matière.

Enfin j'ai entrepris, à mes risques et périls, et sans subvention d'aucune sorte, la publication d'un journal mensuel, intitulé *Annales de l'Institut Pasteur*. Ce journal est destiné à représenter l'Ecole française en général, en présence des publications similaires qui existent depuis longtemps en Allemagne.



TABLE DES MATIÈRES

SUPPLÉMENT

Sceaux — Imp. Charaire et fils.

DEUXIÈME SUPPLÉMENT

1888

---

59. — *Sur les phénomènes généraux de la vie des microbes.* (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. I, p. 347.)

Après avoir montré que la dislocation des molécules organiques complexes, sous l'action de la lumière solaire, donne naissance aux mêmes produits que leur destruction sous l'action de divers ferments, et après avoir ainsi prouvé qu'il n'y a, à proprement parler, rien de vital dans les causes profondes de la formation de ces produits, qui est surtout commandée par des questions de stabilité de molécule, je tire les conséquences qui résultent de cette notion au sujet du mode de réaction des produits d'une action microbienne vis-à-vis du microbe qui les a engendrés. En principe, et aussi dans la réalité, l'idée d'antiseptique et de stabilité de molécule se trouvent ainsi liées l'une à l'autre. Toute cellule vivante redoute la présence autour d'elle des produits qu'elle rejette dans son fonctionnement organique, parce qu'elle n'a plus de prise sur eux. Mais, toutes les cellules n'ayant pas les mêmes propriétés, les antiseptiques de l'une ne seront pas nécessairement les antiseptiques de l'autre, ils pourront être indifférents vis-à-vis de cette seconde cellule ou même lui être utiles. Les maladies microbiennes n'étant autre chose que l'effet de la lutte des cellules d'un microbe contre les cellules normales de l'être vivant, on voit qu'il y a dans ces notions une esquisse encore grossière des conditions qui président au retour à la santé ou à l'aggravation de la maladie.

60. — *Sur la migration des matières grasses. (Annales de l'Institut Pasteur*, t. I, p. 347.)

Dans un travail antérieur (voir n° 48, p. 37), j'avais montré que l'action de la lumière solaire, aidée de l'oxygène, pouvait amener une destruction assez rapide des molécules organiques hydrocarbonées, et qu'elle méritait de conserver une place à côté de l'action destructive des ferments, auxquels on attribue d'ordinaire la gazéification de tout ce qui a eu vie à la surface de la terre.

Je montre dans ce travail, qu'en ce qui regarde les matières grasses, c'est l'action comburante du soleil qui l'emporte de beaucoup sur l'action des microbes. Ceux-ci ne s'attaquent pas directement aux corps gras, et n'agissent, quand ils agissent, que par les produits acides ou alcalins qu'ils fournissent en attaquant les matériaux hydrocarbonés ou albuminoïdes ordinairement mêlés aux corps gras. Ils amènent aussi une saponification qui fournit des produits moins stables, glycérine et acides gras, sur lesquels ils peuvent agir. Mais leur action est lente et limitée; celle de la lumière, au contact de l'air, est au contraire très rapide, et donne naissance à des produits oxydés et solubles qui peuvent, je m'en suis assuré depuis, nourrir avec facilité les microbes et même les plantes supérieures, et rentrent ainsi, sans gazéification préalable, dans le cycle de la matière vivante.

Cette oxydation de la matière grasse au soleil ne se fait ni de la même façon, ni avec la même vitesse pour les divers glycérides, et ceci me permet de revenir, en vertu des relations que j'ai signalées dans le travail précédent, sur la digestion des corps gras, et de montrer qu'on n'a pas le droit d'admettre, comme on le fait souvent, qu'ils sont des aliments respiratoires, et que la graisse des tissus de l'être vivant est de la graisse de synthèse, sans relation avec la graisse ingérée.

61. — *Sur la fermentation alcoolique du sucre de lait.* (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. I, p. 573.)

Le lactose peut-il subir une fermentation alcoolique véritable? C'est une question qui a été résolue dans des sens très divers, parce qu'aucun des savants qui l'ont étudiée ne s'était préoccupé d'avoir non seulement des levures, mais même des cultures pures. Les progrès réalisés par la technique, dans ces dernières années, rendant facile cette condition, j'ai pu m'assurer que la plupart des levures de bière et de vin ne font en effet pas fermenter le lactose : elles vivent pourtant à ses dépens, et le brûlent, mais en ne donnant que des traces d'alcool.

Cependant ce sucre de lait, soumis à l'action du soleil en liqueur alcaline, donne de l'alcool comme le sucre ordinaire. Il était donc probable qu'il y avait dos levures capables de le faire formenter. J'en ai en effet découvert une, dont j'indique la morphologie et les propriétés physiologiques, qui fait fermenter facilement le lait et le sérum, et qui pourrait servir, soit à fabriquer des boissons alcooliques lactées, soit à transformer en alcool les quantités énormes de sucre de lait qui se trouvent en réalité perdues ou mal utilisées dans la fabrication des fromages.

62. — *Sur la recherche des alcools de degré supérieur.* (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. II, p. 489.)

La recherche de quantités minimes d'un alcool supérieur, mélangées à l'alcool ordinaire, est un problème intéressant, tant pour l'hygiène que pour la microbiologie. J'avais proposé autrefois (voir n° 32, p. 23)

pour le résoudre, l'emploi du compte-gouttes. Mais il restait à savoir pour quelle concentration du mélange cet instrument était le plus sensible. Si on dilue beaucoup ce mélange, on finit par rendre infinitésimale, et par là inappréciable, la proportion de l'alcool formant impureté. Si on le concentre, on efface de plus en plus les différences que les divers alcools présentent au compto-gouttes. Je montre que les différences sont au maximum pour des richesses alcooliques voisines de 25°, et que l'on peut, par une simple numération de gouttes, arriver à découvrir deux millièmes d'alcool amylique ou cinq millièmes d'alcool buytique dans l'alcool ordinaire, et dix fois moins dans des liquides alcooliques à 10 p. 100.

Sceaux. — Imprimerie Charaire et fils.